

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0079573
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 13일
Date of Application DEC 13, 2002

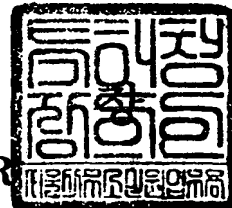
출원인 : 현대자동차주식회사
Applicant(s) HYUNDAI MOTOR COMPANY



2003 년 04 월 15 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0012
【제출일자】	2002.12.13
【발명의 명칭】	연료전지 시스템의 수소 공급장치
【발명의 영문명칭】	HYDROGEN SUPPLY SYSTEM FOR A FUEL-CELL SYSTEM
【출원인】	
【명칭】	현대자동차 주식회사
【출원인코드】	1-1998-004567-5
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	오원석
【포괄위임등록번호】	2001-042007-3
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김성균
【성명의 영문표기】	KIM,SUNG GYUN
【주민등록번호】	690426-1536110
【우편번호】	445-855
【주소】	경기도 화성시 장덕동 772-1
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	14 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	4 항 237,000 원
【합계】	266,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명에 의한 연료전지 수소 공급시스템은, 수소를 저장하는 수소 저장유닛을 포함하고, 수소화물 수용액을 저장하는 수소화물 저장유닛을 포함한다. 반응기/가스분리기는 상기 수소화물 저장유닛으로부터 수소화물 수용액을 공급받아 이를 반응시켜 산화물과 수소를 생성하고, 열교환기는 상기 반응기/가스분리기에서 생성된 고온의 수소를 공급받아 상기 수소에 포함된 열을 연료전지 스택을 순환하는 냉각수로 전달한다. 재생기는, 반응기/가스분리기로부터 공급되는 산화물과 수소 저장유닛으로부터 공급되는 수소를 반응시켜 수소화물 수용액을 생성한다. 수소 저장유닛과 연료전지 스택을 연결하는 연결관에는 제1개폐밸브가 설치되고, 수소 저장유닛과 재생기를 연결하는 연결관에는 제2개폐밸브가 설치되며, 열교환기와 연료전지 스택을 연결하는 연결관에는 제3개폐밸브가 설치된다. 냉각수 온도 검출기는 연료전지 스택으로 공급되는 냉각수의 온도를 검출한다. 제어유닛은, 상기 연료전지 스택으로 공급되는 냉각수의 온도를 기초로 제1개폐밸브, 제2개폐밸브, 및 제3개폐밸브를 개폐작동시킨다.

【대표도】

도 1

【색인어】

연료전지 스택, 수소화물, 재생기, 반응기, 열교환기, 저온시동

【명세서】**【발명의 명칭】**

연료전지 시스템의 수소 공급장치{HYDROGEN SUPPLY SYSTEM FOR A FUEL-CELL SYSTEM}

【도면의 간단한 설명】

도1은 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 수소 공급시스템의 개략적인 구성도이다.

도2는 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 수소 공급시스템의 제어유닛이 수행하는 제어로직을 보여주는 순서도이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <3> 본 발명은 연료전지의 수소 공급시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 저온 시동성을 개선하고 수소 연비의 향상을 도모할 수 있는 연료전지 수소 공급시스템에 관한 것이다.
- <4> 연료전지(fuel-cell)는 연료의 산화에 의해 생기는 화학에너지를 전기에너지로 변환시키는 전지이다.
- <5> 수소-산소 연료전지가 전형적인 예이며, 수소 외에도 메탄이나 천연가스 등의 기체 연료나 메탄올 등의 액체 연료가 사용되기도 한다.
- <6> 연료전지 시스템에서 연료전지 스택(stack)에서 출력(power)을 얻기 전에 연료전지 스택의 온도가 일정 온도(예를 들어, 50℃) 이상이 되어야 한다. 저온에서 출력을 얻으

면 연료전지 스택의 멤브레인(membrane)이나 분리판에 손상이 발생할 수 있다. 즉, 급격한 온도상승으로 인해 연료전지 스택이 열충격(thermal shock)을 받게 되거나, 연료전지의 효율이 나빠지게 된다.

<7> 또한, 가습측면에서 보면, 외기 온도와 같은 온도에서 공급되는 수소의 상대습도를 100%로 맞추어 주더라도 연료전지 스택 내부의 반응 주위 온도가 높기 때문에 실질적인 상대습도는 낮아지게 되어 연료전지의 효율이 떨어지게 된다.

<8> 연료전지 시스템에서 연료전지 스택 내의 반응 온도 및 냉각수 온도를 높이기 위한 방법으로는, 1)수소를 연소시켜 냉각수 온도를 올리는 방법, 2) 메탄을 연소시켜 냉각수 온도를 올리는 방법, 3)전기가열촉매(Electric Heated Catalyst, EHC)를 이용하는 방법, 4)MEA(Membrane Electrode Assembly) 주위에서의 수소와 산소의 반응을 통해서 온도를 올리는 방법 등이 제안되었다.

<9> 수소나 메탄을 연소시켜 냉각수 온도를 상승시키는 방법은, 열함량이 높은 연료(수소나 메탄)를 연소시킴으로써 많은 양의 열을 얻을 수 있어 냉각수 온도를 쉽게 상승시킬 수 있으나, 연료의 연소를 통해 냉각수 온도를 높이면 연료를 소비하게 되므로 연비측면에서 상당히 불리하게 된다. 또한, 수소를 연소시키는 경우, 폭발의 위험이 수반된다.

<10> 또한, 전기 에너지를 사용하여 냉각수 온도를 상승시키는 방법은, 시스템의 구성면에서는 간단하지만, 냉각수 온도를 상승시키기 위해 많은 전기를 소모해야 하는 단점이 있다.



<11> 그리고, 스택 내부의 수소와 산소의 반응에 의해 온도를 상승시키는 방법은, 반응이 이루어지는 주위의 온도를 높여서 출력을 단시간 내에 뽑을 수 있지만, 전극 촉매 주위의 온도가 갑자기 상승하기 때문에 스택에 열충격(thermal shock)을 줄 수 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<12> 본 발명은 상기 전술한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 초기 시동시 수소의 소비없이 냉각수 온도를 높일 수 있는 연료전지 수소 공급시스템을 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<13> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 연료전지 수소 공급시스템은

<14> 수소를 저장하는 수소 저장유닛,

<15> 수소화물 수용액을 저장하는 수소화물 저장유닛,

<16> 상기 수소화물 저장유닛으로부터 수소화물 수용액을 공급받아 이를 반응시켜 산화물과 수소를 생성하는 반응기/가스분리기,

<17> 상기 반응기/가스분리기로부터 상기 생성된 수소를 공급받아 상기 수소에 포함된 열을 연료전지 스택을 순환하는 냉각수로 전달하는 열교환기,

<18> 상기 반응기/가스분리기로부터 상기 생성된 산화물을 공급받고, 상기 수소 저장유닛으로부터 수소를 공급받으며, 공급받은 산화물과 수소를 반응시켜 수소화물 수용액을 생성하는 재생기,

<19> 상기 수소 저장유닛에 저장된 수소가 상기 연료전지 스택으로 공급되도록 상기 수소 저장유닛과 상기 연료전지 스택을 연결하는 연결관에 설치되는 제1개폐밸브,



- <20> 상기 수소 저장유닛에 저장된 수소가 상기 재생기로 공급되도록 상기 수소 저장유닛과 상기 재생기를 연결하는 연결관에 설치되는 제2개폐밸브,
- <21> 상기 열교환기를 통과한 수소가 상기 연료전지 스택으로 공급되도록 상기 열교환기와 상기 연료전지 스택을 연결하는 연결관에 설치되는 제3개폐밸브,
- <22> 상기 연료전지 스택으로 공급되는 냉각수의 온도를 검출하여 해당하는 신호를 생성하는 냉각수 온도 검출기, 및
- <23> 상기 냉각수 온도 검출기의 신호를 기초로, 상기 제1개폐밸브, 상기 제2개폐밸브, 및 상기 제3개폐밸브를 개폐작동시키는 제어신호를 출력하는 제어유닛
- <24> 을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <25> 상기 수소화물 수용액은 나트륨 붕소 수소화물(NaBH_4) 수용액, 리튬 붕소 수소화물(LiBH_4) 수용액, 리튬 수소화물(LiH) 수용액, 및 나트륨 수소화물(NaH) 수용액 중 어느 하나인 것이 바람직하다.
- <26> 상기 제어유닛은, 상기 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높은 경우, 상기 제1개폐밸브를 개방하고 상기 제2 및 제3개폐밸브를 폐쇄하는 것이 바람직하며,
- <27> 상기 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높지 않은 경우, 상기 제1개폐밸브를 폐쇄하고 상기 제2 및 제3개폐밸브를 개방하는 것이 바람직하다.
- <28> 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다.
- <29> 도1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 연료전지 수소 공급시스템은, 수소화물 수용액(aqueous hydrides)을 저장하는 수소화물 저장유닛(101)을 포함한다.

- <30> 수소화물은 물과 반응하여 수소와 고열을 발생시키는 성질을 가지는 화합물이며, 예를 들어, 수소화물은 나트륨 붕소 수소화물(NaBH_4), 리튬 붕소 수소화물(LiBH_4), 리튬 수소화물(LiH), 나트륨 수소화물(NaH) 등 화학적 수소화물로 할 수 있다. 따라서, 수소화물 수용액은 일정한 조건하에서 반응하여 수소와 산화물을 생성하고, 이때 열이 발생하게 된다.
- <31> 이하에서는, 수소화물로 NaBH_4 (sodium boro hydride)가 사용되는 경우에 대해서 설명하나, 본 발명이 이에 한정되지 아니함은 물론이다.
- <32> 반응기/가스분리기(103)는 수소화물 저장유닛(101)으로부터 수소화물 수용액(NaBH_4 수용액)을 공급받으며, 반응기/가스분리기(103) 내에서 NaBH_4 수용액이 반응하여 산화물(NaBO_2 , sodium meta borate), 수소(H_2) 및 열을 생성한다.
- <33> 반응기/가스분리기(103) 내에서의 화학반응식은 아래와 같다.
- <34> [화학반응식]
- <35> $\text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 + \text{Q}$
- <36> 여기서, Q는 화학반응시 발생하는 열이며, 그 일부는 수소에 흡수된다.
- <37> 또한, 반응기/가스분리기(103)는 반응결과 생성된 산화물(NaBO_2)과 수소(H_2)를 서로 분리하여 산화물(NaBO_2)은 재생기(117)로 공급되도록 하고, 수소(H_2)는 열교환기(105)를 통과하도록 한다.
- <38> 상기 반응기/가스분리기(103)는 상기 수소화물(NaBH_4) 수용액을 반응시키는 촉매를 포함하는 것이 바람직하며, 예를 들어, 촉매는 플래티넘(Platinum, Pt) 또는 루세늄(Ruthenium, Ru) 등으로 할 수 있다.

- <39> 반응기/가스분리기(103)에서 발생한 고온의 수소는 열교환기(105)를 통과하는 과정에서 냉각수로 열을 전달한다.
- <40> 냉각수는 연료전지 스택(109), 냉각수 탱크(111), 라디에이터(113), 냉각수 펌프(115), 및 열교환기(105)를 순환하게 된다.
- <41> 재생기(117)는 반응기/가스분리기(103)로부터 공급되는 산화물(NaBO_2)과 수소탱크(119)로부터 공급되는 수소(H_2)를 서로 반응시켜 수소화물 수용액(NaBH_4 수용액)을 생성한다.
- <42> 재생기(117)에서의 화학반응식은 아래와 같다.
- <43> [화학반응식]
- <44> $\text{NaBO}_2 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{NaBH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- <45> 재생기(117)에서 생성된 수소화물 수용액(NaBH_4 수용액)은 수소화물 저장유닛(101)으로 공급된다.
- <46> 수소탱크(119)와 연료전지 스택(109)을 연결하는 연결관에는 제1개폐밸브(121)가 설치되고, 수소탱크(119)와 재생기(117)를 연결하는 연결관에는 제2개폐밸브(123)가 설치되며, 열교환기(105)와 연료전지 스택(109)을 연결하는 연결관에는 제3개폐밸브(125)가 설치된다.
- <47> 제1, 제2, 및 제3개폐밸브(121, 123, 125)는 제어유닛(127)의 제어신호에 의해 작동하여 연결관을 개폐하도록 구성된다.
- <48> 예를 들어, 제1, 제2, 및 제3개폐밸브(121, 123, 125)는 제어유닛(127)의 전기신호에 의해 작동하는 솔레노이드 밸브로 각각 할 수 있다.

- <49> 제어유닛(127)은 열교환기(105)와 연료전지 스택(109) 사이를 흐르는 냉각수의 온도를 검출하는 냉각수 온도 검출기(107)로부터 냉각수 온도 신호를 수신하여 이를 기초로 제1, 제2, 및 제3개폐밸브(121, 123, 125)의 작동을 제어한다.
- <50> 도2를 참고하면, 우선, 제어유닛(127)은 냉각수 온도를 검출하여(S205 단계), 검출된 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높은지를 판단한다(S210 단계).
- <51> 여기서, 기설정된 온도는 연료전지 스택에서 화학반응이 용이하게 일어날 수 있을 정도의 온도로 설정하는 것이 바람직하며, 예를 들어, 기설정된 온도는 50℃로 할 수 있다.
- <52> 검출된 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높은 경우, 제어유닛(127)은 제1개폐밸브(121)는 개방시키고, 제2 및 제3개폐밸브(123, 125)는 폐쇄시킨다(S215 단계).
- <53> 제1개폐밸브(121)는 개방되고 제2 및 제3개폐밸브(123, 125)는 폐쇄되면, 수소탱크(119)의 수소가 직접 연료전지 스택(109)으로 공급된다.
- <54> 즉, 검출된 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높은 경우에는 정상적인 운전상태로 간주하여, 수소탱크(119)의 수소를 직접 연료전지 스택(109)으로 공급하는 것이다.
- <55> 반면, 상기 S210 단계에서, 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높지 않은 경우에는, 제어유닛(127)은 제1개폐밸브(121)는 폐쇄시키고, 제2 및 제3개폐밸브(123, 125)는 개방시킨다(S220 단계).
- <56> 제1개폐밸브(121)는 폐쇄되고 제2 및 제3개폐밸브(123, 125)는 개방되면, 수소탱크(119)의 수소가 재생기(117)로 공급되고, 반응기/가스분리기(103)에서 수소화물

수용액이 반응을 일으켜 고온의 수소를 생성한다. 반응기/가스분리기(103)에서 생성된 수소는 열교환기(105)에서 냉각수로 열을 전달한 후, 제2개폐밸브(125)를 통과한 후 연료전지 스택(109)으로 공급된다.

<57> 즉, 냉각수 온도가 낮은 초기 시동시에 고온의 수소를 생성하고, 수소가 가진 열을 열교환기(105)에서 냉각수로 전달함으로써 냉각수의 온도를 높일 수 있게 되고 그 결과 연료전지 스택(109)에서 화학반응이 보다 안정적이고 용이하게 일어날 수 있게 하여 초기 시동성을 개선한다.

<58> 아울러, 수소탱크(119)에서 공급된 수소를 소비하지 않고, 다시 연료전지 스택(109)으로 공급함으로써, 초기 시동성 개선을 위해 수소를 소비하는 것을 막을 수 있다.

【발명의 효과】

<59> 상기와 같은 본 발명의 실시예에 의한 연료전지 수소공급 시스템은 수소화물과 물이 반응하는 과정에서 발생하는 열을 이용하여 냉각수의 온도를 상승시킴으로써, 초기 저온 시동성을 개선할 수 있다.

<60> 또한, 연료전지의 연료로 사용되는 수소를 소비하지 않고 냉각수 온도를 상승시킴으로써, 연비를 향상시킬 수 있다.

<61> 그리고, 초기 시동시 수소를 가습하여 연료전지 스택으로 공급함으로써, 연료전지의 성능을 높이게 된다.

<62> 나아가, 수소를 직접 연소시키지 않고 냉각수를 가열하므로, 수소의 연소에 의한 위험을 제거할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

수소를 저장하는 수소 저장유닛,

수소화물 수용액을 저장하는 수소화물 저장유닛,

상기 수소화물 저장유닛으로부터 수소화물 수용액을 공급받아 이를 반응시켜 산화물과 수소를 생성하는 반응기/가스분리기,

상기 반응기/가스분리기로부터 상기 생성된 수소를 공급받아 상기 수소에 포함된 열을 연료전지 스택을 순환하는 냉각수로 전달하는 열교환기,

상기 반응기/가스분리기로부터 상기 생성된 산화물을 공급받고, 상기 수소 저장유닛으로부터 수소를 공급받으며, 공급받은 산화물과 수소를 반응시켜 수소화물 수용액을 생성하는 재생기,

상기 수소 저장유닛에 저장된 수소가 상기 연료전지 스택으로 공급되도록 상기 수소 저장유닛과 상기 연료전지 스택을 연결하는 연결관에 설치되는 제1개폐밸브,

상기 수소 저장유닛에 저장된 수소가 상기 재생기로 공급되도록 상기 수소 저장유닛과 상기 재생기를 연결하는 연결관에 설치되는 제2개폐밸브,

상기 열교환기를 통과한 수소가 상기 연료전지 스택으로 공급되도록 상기 열교환기와 상기 연료전지 스택을 연결하는 연결관에 설치되는 제3개폐밸브,

상기 연료전지 스택으로 공급되는 냉각수의 온도를 검출하여 해당하는 신호를 생성하는 냉각수 온도 검출기, 및

상기 냉각수 온도 검출기의 신호를 기초로, 상기 제1개폐밸브, 상기 제2개폐밸브, 및 상기 제3개폐밸브를 개폐작동시키는 제어신호를 출력하는 제어유닛을 포함하는 연료전지 수소 공급시스템.

【청구항 2】

제1항에서,

상기 수소화물 수용액은,

수소화물은 나트륨 붕소 수소화물(NaBH_4) 수용액, 리튬 붕소 수소화물(LiBH_4) 수용액, 리튬 수소화물(LiH) 수용액, 및 나트륨 수소화물(NaH) 수용액 중 어느 하나인 연료전지 수소 공급시스템.

【청구항 3】

제1항에서,

상기 제어유닛은,

상기 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높은 경우, 상기 제1개폐밸브를 개방하고 상기 제2 및 제3개폐밸브를 폐쇄하는 연료전지 수소 공급시스템.

【청구항 4】

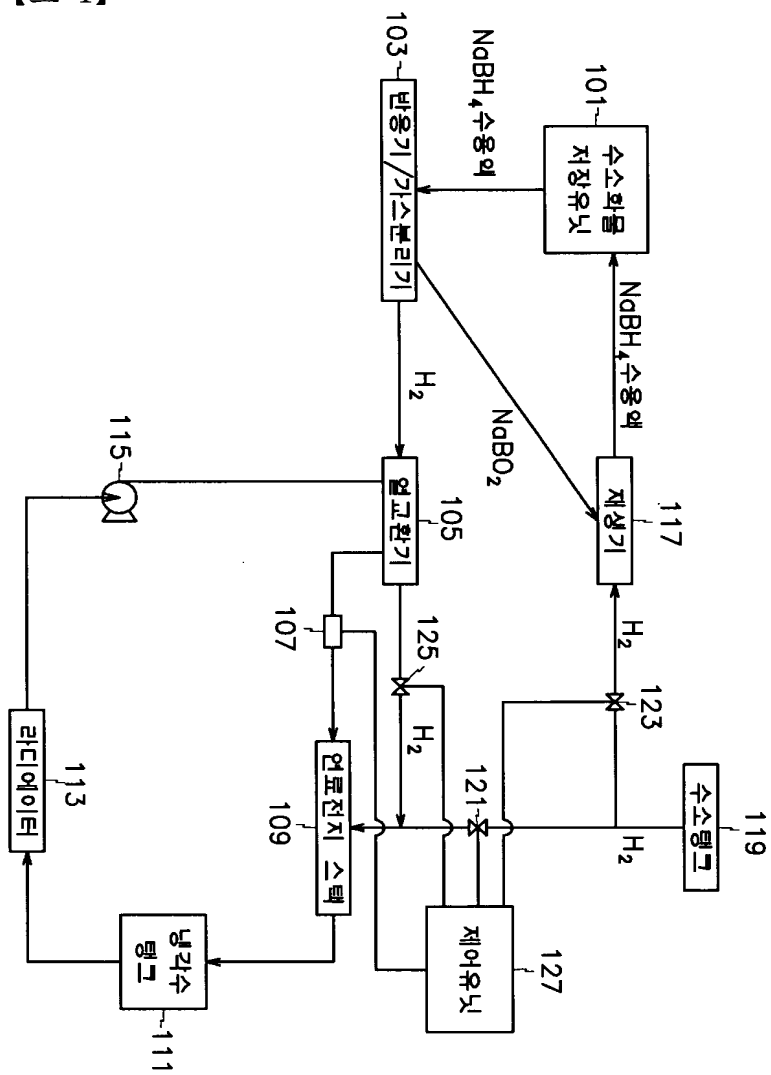
제1항에서,

상기 제어유닛은,

상기 냉각수 온도가 기설정된 온도보다 높지 않은 경우, 상기 제1개폐밸브를 폐쇄하고 상기 제2 및 제3개폐밸브를 개방하는 연료전지 수소 공급 시스템.

【도면】

【도 1】



【도 2】

